

基于 Arcgis 的四川省气温空间插值分析

梁英杰 杨武年 李霜林

(地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 成都理工大学遥感与 GIS 研究所, 四川 成都 610059)

[摘要] 气温是农作物种植规划、人们生活出行的重要影响因素。本文基于 Arcgis9.3 提供的地统计模块中反距离加权插值法和径向基函数插值法分别对四川省 129 个气象站实测气温数据进行插值, 其中 110 个站点数据用于空间插值, 19 个站点数据用于插值结果精度的分析比较, 研究结果表明径向基函数在对气温空间插值方面具有较高的精度。

[关键词] 气温; 空间插值; 地理信息系统

[中图分类号] P208

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-5019 (2012) 03-0105-03

Spatial Interpolation Analysis on Temperature of Sichuan Province Based on Arcgis

LIANG Ying-jie YANG Wu-nian LI Shuang-lin

1 引言

气温是人们所关注的重要气象要素, 是植物、农作物生长的重要影响因素, 是农作物种植规划的重要依据, 同时也是生态环境的影响因素, 影响着人们的出行、工作和生活。我国气象站分布有限, 所给出的气温观测值往往以点代面。对于一些地形多变、面积庞大的区域, 会产生较大误差, 针对这种情况, 空间插值作为空间数据估算的一种方法, 可以对缺少实测数据的地方进行合理有效的估算。

空间插值是根据已知的空间数据来估算(预测)其它未知空间的数据值的过程^[1], 而空间数据的精确估计对于地球科学的研究及其发展具有重要的意义。气象观测数据作为一种空间数据, 具有一般空间数据所具有的特点, 在空间分布上具有复杂多变的特征, 要获得精确的数据就不太容易。常用于气象要素的空间插值方法有距离权重法、多项式插值法、克里格法、样条插值法^[2]。Arcgis 作为专业的空间数据分析软件, 在空间插值模块有独到之处, 本文利用 Arcgis 中的地统计模块提供的反距离加权插值法和径向基函数插值法两种插值方法分别对四川省自动气象站的实时监测气温进行空间插值得出未知点数值, 研究不同方法对气温观测数据的插值精度。

2 气温数据库建立

四川省位于我国西南地区、长江上游, 在东经 $97^{\circ} 21' \sim 108^{\circ} 31'$, 北纬 $26^{\circ} 03' \sim 34^{\circ} 19'$ 之间, 全省总面积 48.5 万多平方公里。该区域地理特

征复杂, 气候区域表现差异显著, 地带性和垂直方向变化十分明显, 东部和西部差异很大, 高原山地气候和亚热带季风气候并存, 气温复杂多变。

本文气象数据来源于四川省气象局的实时监测, 其中选取了 129 个自动气象站的实时数据, 包括四川省内站点 117 个, 四川省周边站点 12 个; 其中 110 个站点数据用于空间插值, 19 个站点数据用于精度分析比较。建立四川省 106 处气象站点 2011 年 11 月 22 日 14 时各站点实测气温数据库, 根据各气象站点所处的经纬度确定每个气象站点在空间上具体位置。每个站点用一个点进行表示。因此, 此数据库在 GIS 中为一个点图层, 每一点的属性数据就是该时气温数据, 各气象站点分布如图 1 所示:

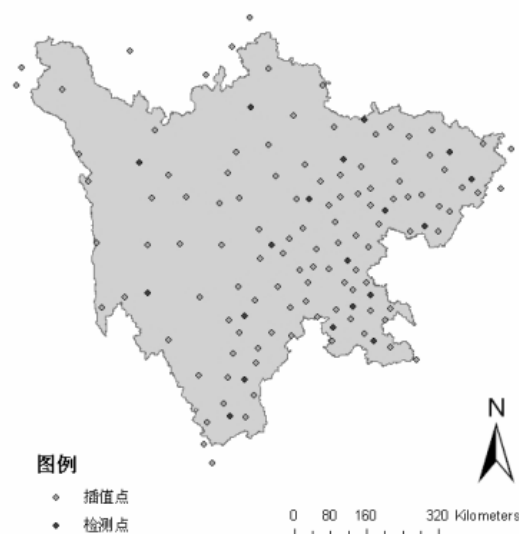


图 1 四川省气象站点分布图

3 空间插值

空间插值是根据已知地理空间的特性探索未知空间的特性,这是许多地理研究的第一步,也是地球科学的基本问题。对于气象的空间插值,主要原理是用 GIS 的空间分布模型或空间插值方法推算空间格网的气象栅格值,这样可以大大减少以往人工分析、统计计算的复杂工序,提高了对气象问题分析的效率^[3]。空间插值一般包括这样几个过程:①内插方法(模型)的选择;②空间数据的探索分析,包括对数据的均值、方差、协方差、独立性和变异函数的估计等;③内插方法评价;④重新选择内插方法,直到合理;⑤内插。

空间插值方法多种多样,根据是否能确保创建的表面经过所有的插值采样点,可将空间插值方法分成两类:精确性插值法、非精确性插值法。精确性插值法的预测值在样点处的值与实测值相同,而非精确性插值法的预测值在样点处的值一般不相等。使用精确性插值法在一定程度上可以确保采样值的正确性,而使用非精确性插值法能够避免在输出表面上出现明显的波峰和波谷^[4]。两种插值方法在处理不同的空间数据时各有利弊,这就要求我针对不同的数据选择不同的空间插值方法,这样能确保预测出数据的有效性。现在普遍使用的精确性插值有:反距离加权插值法、径向基函数插值法。

反距离加权(Inverse Distance Weighting, IDW)插值法是最常用的空间数据精确插值方法之一,它是基于相近相似原理:即两个物体距离越近,其属性关联度越高;反之,距离越远则属性关联度越小。它以插值点与样本点间的距离为权重进行加权平均,距离插值点越近的样本点赋予的权重越大,该插值的一个重要特征是所有预测值都介于已知的最大值和最小值之间。反距离插值可用以下方程式表示:

$$Z_0 = \left[\sum_{i=1}^s Z_i \frac{1}{d_i^k} \right] / \left[\sum_{i=1}^s \frac{1}{d_i^k} \right] \quad (1)$$

式中: Z_0 是点 0 的估计值; Z_i 是已知点 i 的 Z 值, d_i 是已知点 i 与点 0 之间的距离, k 是距离的幂, s 为在估算中用到的已知点的数目, k 显著影响内插的结果。它的选择标准是最小平均绝对误差。幂的值越大,内插结果越具有平滑的效果。

径向基函数(Radial Basis Function, RBF)插值法是精确插值方法的一种大类,该插值方法如同将一个软膜插入并经过各个已知样点,同时又确保表面的总曲率最小^[5]。径向基函数包括 5 种不同的基本函数:张力样条函数、平面样条函数、高次曲面函数、规则样条函数和反高次曲面样条函数^[6]。每

种径向基函数方法各有其控制生成表面光滑程度的参数,虽然每个径向基函数与其参数结合共同产生新的表面,但是生成的表面之间的差别很小。

4 插值分析

根据空间插值原理,拟合曲线越吻合、均方根(Root Mean Square)越小,其插值结果越好。首先,使用反距离加权插值法对 129 个气象站点进行插值分析,其中 110 个站点数据作为插值数据,19 个站点数据作为检测样点。选取拟合曲线最吻合、均方根最小的插值结果作为最终的插值结果,如图 2 所示。然后,用径向基函数插值法对采样点进行插值分析,分别选择五种不同的插值函数:张力样条函数、平面样条函数、高次曲面函数、规则样条函数和反高次曲面样条函数对采样点进行插值。观察各自所得结果插值检验表格,比较各自所得结果的均方根,均方根值越小,证明其插值效果越好,最终选择规则样条函数作为本次插值的最优结果,如图 3 所示。

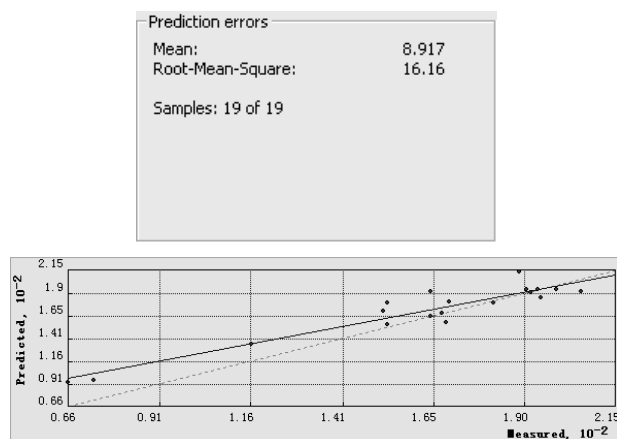


图 2 反距离加权插值结果拟合曲线

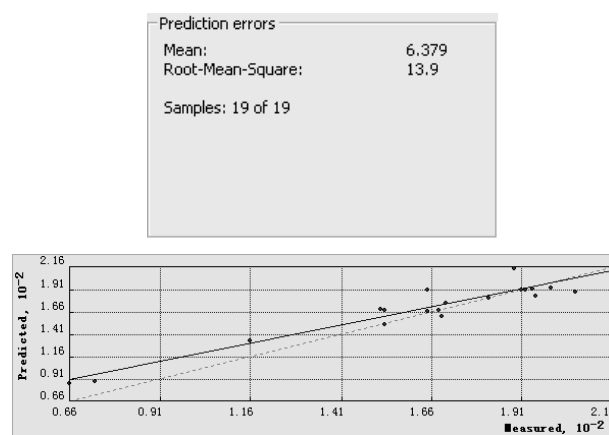


图 3 径向基函数插值结果拟合曲线

对通过插值所得的栅格图像进行掩模分析,并对气温数据进行数据分类,得出四川省境内整体的气温等值分布如图4、图5。

从图中可观察,首先,四川省气温沿东南到西北呈现逐渐降低趋势,究其原因四川省地跨青藏高原、横断山脉、云贵高原、秦巴山地、四川盆地等几大地貌单元,地势西高东低,由西北向东南倾斜。最高点海拔7556米,最低点海拔70余米,高差7400米以上,地表起伏悬殊。其次,四川盆地气温呈现四周高,中间低的现象。四川盆地是我国四大盆地之一,四周为海拔1000~4000米的山地所环抱,盆地底部龙泉山以西为川西平原,由成都平原、眉山—峨嵋平原组成。盆底平原终年受周边山地影响,空气流通不畅,从周边大峡谷缓缓飘来由印度洋及三峡蒸发而来的暖湿气流,使得平原上空含有大量尘埃、水蒸气,对盆底平原的气温起到一定的调解作用,当周围气温较高时,水蒸气与尘埃能够反射太阳光线,盆底气温会低于周边气温;当周围气温较低时,平原上空的水蒸气起到一定的保温作用,使得平原内的气温又高于周边气温。

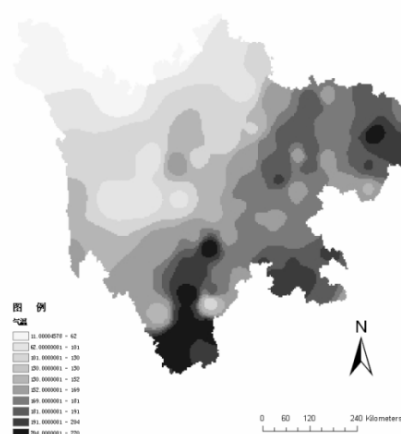


图4 反距离加权插值气温分布

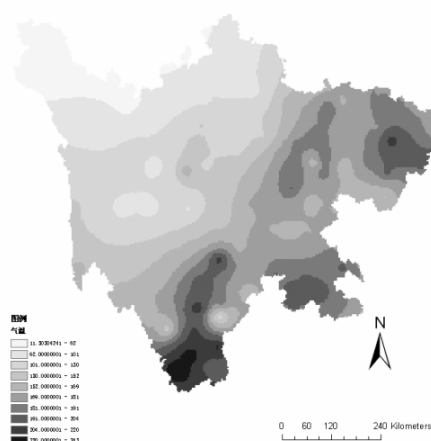


图5 径向基函数插值气温分布

5 结论

空间插值法是实现点到面从而达到预测未知点数据的一种有效方法^[7]。通过对实际气温观测数据的空间插值结果可以看出:径向基函数插值的结果的拟合曲线吻合程度要高于反距离加权插值法的拟合曲线;均方根数值要小于反距离函数插值的结果;径向基函数插值的气温数据在总体分布上要更平缓,更符合当地的实际气温分布。综合比较而言,径向基函数插值方法在对大量数据进行插值计算,同时要求获得平滑表面的情况,将径向基函数应用于变化平缓的表面,能得到令人满意的结果,所得数据精度要高于反距离加权插值法。而在一段较短的水平距离内表面值发生较大变化,或无法确定采样点数据的准确性,或采样点数据具有很大的不确定性时,径向基函数插值的方法可能并不适用。本次研究只是对数据进行空间插值得出结果,所得的结果精确程度有限。希望在以后的学习过程中,能够在空间插值的基础上,基于当地的地形状况、海拔高程能够建立一个合理的气温插值模型,得到更加精确有效的数据,为人们的出行、生活提供更多的便利。

参考文献

- [1] 李新,程国栋,卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展, 2000, (3): 260-265.
- [2] 除多,珠海英,任秀珍,巴顿. 一种基于GIS的气象要素空间插值方法[J]. 高原山地气象研究, 2010, (3): 41-44.
- [3] 李文华. 云南省山区气温的空间插值研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2010, (3): 18-25.
- [4] 汤国安,杨昕. 地理信息系统空间分析实践教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [5] Kang-tsung Chang (美). 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [6] 池建. 精通ArcGis地理信息系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [7] 彭洋,查良松. 安徽省降雨量空间分布方法[J]. 地理空间信息, 2010, (3): 53-58.

[收稿日期] 2012-02-06

[作者简介] 梁英杰(1987-),男,硕士研究生,主要从事地图制图学与地理信息系统方面的研究。